

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①① N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 774 214

②① N° d'enregistrement national : 98 00899

⑤① Int Cl<sup>6</sup> : H 01 L 21/265 // H 01 L 21/84

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 28.01.98.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 30.07.99 Bulletin 99/30.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATO-  
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-  
que et industriel — FR.

⑦② Inventeur(s) : DI CIOCCIO LEA.

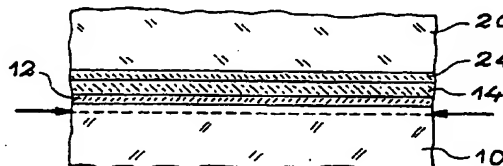
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤④ PROCÉDE DE RÉALISATION D'UNE STRUCTURE DE TYPE SEMI-CONDUCTEUR SUR ISOLANT ET EN  
PARTICULIER SICOI.

⑤⑦ Procédé de réalisation d'une structure comprenant un  
substrat de support (20) et une couche de matériau semi-  
conducteur (12) sur une face du substrat de support, le pro-  
cédé comportant les étapes suivantes :

- a) formation d'une couche de matériau semi-conducteur  
(12) sur une face d'un premier substrat (10),
- b) formation d'une zone de clivage dans le premier subs-  
trat, qui délimite une couche superficielle (18),
- c) report du premier substrat (10), avec la couche de  
matériau semi-conducteur (12), sur le substrat de support  
(20),
- d) traitement thermique pour provoquer un clivage du  
premier substrat selon la zone de clivage (16),
- e) élimination de ladite couche superficielle (18) pour  
mettre à nu la couche de matériau semi-conducteur (12).



FR 2 774 214 - A1



BEST AVAILABLE COPY

PROCEDE DE REALISATION D'UNE STRUCTURE DE TYPE SEMI-  
CONDUCTEUR SUR ISOLANT ET EN PARTICULIER SiCOI

Domaine technique

5           La présente invention concerne un procédé particulier de réalisation d'une structure comprenant un substrat de support et une couche de matériau semi-conducteur sur une face du substrat de support.

          Elle concerne plus particulièrement la  
10 formation d'une structure de semi-conducteur sur isolant tel qu'une structure de type carbure de silicium-oxyde-semi-conducteur, par exemple.

          L'invention trouve des applications dans les domaines de la micro-électronique et de  
15 l'optoélectronique pour la réalisation de substrats tels que des substrats comportant une couche de GaN. Ce matériau est un semi-conducteur à large bande interdite et permet la réalisation de dispositifs électro-optiques, tels que des diodes électroluminescentes ou  
20 des lasers, fonctionnant dans le spectre de l'ultraviolet et du bleu.

          L'invention trouve également des applications dans la fabrication de microsystèmes aptes à fonctionner dans des environnements hostiles tels que  
25 des environnements à haute température ou des atmosphères corrosives. Dans ce cas, le procédé de l'invention permet, par exemple, de fournir de fines membranes de carbure de silicium, aptes à supporter les contraintes de l'environnement hostile.

30

Etat de la technique antérieure

          Comme indiqué précédemment, le nitrure de gallium (GaN) est un matériau particulièrement

intéressant, en raison de sa large bande interdite, pour la fabrication de dispositifs électro-optiques. Or, pour de telles applications, il s'avère qu'il n'est pas possible d'obtenir des blocs monocristallins de GaN  
5 de taille suffisante.

Ainsi, actuellement, on réalise des substrats comportant une couche de GaN que l'on a fait croître par hétéroépitaxie sur un support de saphir ou de carbure de silicium (SiC).

10 L'utilisation du saphir comme support d'épitaxie conduit à des couches de GaN présentant une grande densité de défauts cristallins. L'utilisation du carbure de silicium (SiC) comme support d'épitaxie permet d'obtenir une meilleure qualité cristalline. Il  
15 existe en effet un meilleur accord de paramètre de maille entre le GaN et le SiC.

Le coût très important des substrats de SiC monocristallin constitue cependant un handicap pour son utilisation comme support d'épitaxie.

20 En raison du coût élevé des substrats monocristallins de SiC il est possible d'avoir recours à des substrats plus économiques qui ne comportent qu'une mince couche superficielle de SiC à la surface d'un substrat de base en silicium.

25 Cependant, le silicium, le carbure de silicium, et le nitrure de gallium formé ultérieurement, présentent des coefficients de dilatation thermiques assez différents. Des contraintes importantes ainsi qu'une grande densité de défauts apparaissent alors  
30 lors de la formation du nitrure de gallium sur un tel substrat.

Ce problème peut être au moins en partie résolu en prévoyant une couche d'oxyde entre le silicium et le

carbure de silicium. Cette couche permet de réduire les contraintes dues à une dilatation différentielle et obtenir ainsi un substrat dit "compliant".

De façon connue, il est par exemple possible de  
5 réaliser des structures de type carbure de silicium sur isolant (SiCOI) en formant par épitaxie une couche de SiC sur un substrat de type silicium sur isolant (SOI).

Cependant, dans ces cas, il reste un mince film de silicium de la couche superficielle de silicium du  
10 SOI, entre le SiC et l'oxyde. Or, ce film de silicium fait perdre en partie les propriétés de "compliance" obtenues avec la couche d'oxyde de la structure SOI. De plus, lors de l'épitaxie du SiC, des cavités se forment dans la couche d'oxyde et des défauts apparaissent dans  
15 la couche de SiC.

Il est possible également de réaliser une carburation de la couche superficielle de silicium d'un substrat de type silicium sur isolant (SOI), pour la transformer entièrement en SiC et obtenir ainsi une  
20 interface SiC/oxyde sans silicium intermédiaire.

Cette solution s'avère cependant difficile à mettre en oeuvre dans la mesure où la couche superficielle de silicium des structures SOI présente généralement une épaisseur de quelques centaines de  
25 nanomètres. La carburation du silicium ne permet, en effet, d'obtenir une couche de SiC que sur une épaisseur de l'ordre de la dizaine de nanomètres.

Le document (1) dont la référence est précisée à la fin de la présente description propose un autre  
30 procédé pour obtenir un substrat "compliant", comportant une couche de carbure de silicium sur une couche d'oxyde.

Conformément à ce document on forme à la surface d'un substrat de SiC massif, une couche d'oxyde et on implante des ions dans le substrat pour y créer une zone de fragilisation. Cette zone de fragilisation délimite dans le substrat une couche superficielle de SiC en contact avec la couche d'oxyde.

Le substrat de SiC, équipé de la couche d'oxyde, est reporté ensuite sur un substrat cible, en silicium, en mettant en contact la couche d'oxyde avec le substrat cible.

Enfin, un traitement thermique permet de provoquer un clivage du substrat de SiC selon la zone de fragilisation et de libérer la couche superficielle de SiC. Cette couche reste solidaire du substrat cible par l'intermédiaire de la couche isolante.

Le clivage d'un substrat selon une zone de fragilisation, par un traitement thermique, est encore décrit dans le document (2) dont la référence est également précisée à la fin de la présente description.

La structure finalement obtenue présente ainsi, dans l'ordre, un substrat de silicium, une couche d'oxyde puis une couche de carbure de silicium.

Le procédé décrit ci-dessus permet d'obtenir des supports avec une couche de SiC, qui sont moins onéreux que les substrats de SiC monocristallin. Le procédé présente cependant un certain nombre de limitations.

Il apparaît en effet qu'un budget thermique (durée du traitement-température du traitement) relativement important est requis pour le clivage du carbure de silicium. Ce budget thermique est par exemple de 1 heure à 850°C. A titre de comparaison, le

clivage du silicium peut être provoqué avec un budget de seulement 30 secondes à 500°C.

Par ailleurs, il s'avère que le carbure de silicium clivé présente une rugosité de surface. La surface de SiC doit ainsi être traitée par polissage avant d'y former d'autres matériaux semi-conducteurs comme le GaN.

#### Exposé de l'invention

L'invention a pour but de proposer un procédé de réalisation d'une structure comprenant un substrat de support et une couche de matériau semi-conducteur sur une face de ce substrat, telle qu'une structure de type silicium sur isolant, et en particulier de carbure de silicium sur isolant, ne présentant pas les difficultés ou limitations exposées ci-dessus.

Un but est en particulier de proposer un procédé économique de réalisation d'une structure de type carbure de silicium-oxyde-silicium qui ne nécessite pas un budget thermique important lors d'une opération de clivage.

Un but est encore de proposer un tel procédé permettant d'obtenir une couche de SiC avec un excellent état de surface.

Un but est aussi de proposer un procédé de fabrication de supports pour une couche de GaN.

Pour atteindre ces buts, l'invention a plus précisément pour objet un procédé de réalisation d'une structure comprenant un substrat de support et une couche de matériau semi-conducteur sur une face du substrat de support, le procédé comportant les étapes successives suivantes :

- a) formation d'une couche de matériau semi-conducteur sur une face d'un premier substrat,
- b) implantation d'ions dans le premier substrat, sous ladite face, au voisinage de la couche de matériau semi-conducteur, pour former une zone, dite zone de clivage, qui délimite une couche superficielle du premier substrat, en contact avec la couche de matériau semi-conducteur,
- c) report du premier substrat, avec la couche de matériau semi-conducteur, sur le substrat de support, la couche de matériau semi-conducteur étant rendue solidaire du substrat de support,
- d) traitement thermique pour provoquer un clivage du premier substrat selon la zone de clivage, la couche superficielle du premier substrat restant solidaire de la couche de matériau semi-conducteur et du substrat de support lors de ce clivage,
- e) élimination de ladite couche superficielle pour mettre à nu la couche de matériau semi-conducteur.

Selon un aspect particulier de l'invention, entre les étapes a) et b) ou entre les étapes b) et c), la couche de matériau semi-conducteur peut être soumise à des traitements, tels qu'en particulier des traitements pour l'élaboration de composants actifs et/ou passifs. Lorsque des composants sont élaborés avant l'étape b), ces traitements sont alors pris en compte pour déterminer les conditions de l'implantation d'ions.

Selon une mise en oeuvre particulière de l'invention, le premier substrat peut être un substrat de silicium et la couche de matériau semi-conducteur peut être une couche de carbure de silicium.

On observe que, dans ce cas, le clivage opéré à l'étape d) du procédé n'a pas lieu dans une couche de carbure de silicium mais dans le silicium du premier substrat. Le clivage peut ainsi être provoqué avec un budget thermique plus faible et laisse par ailleurs  
5 intacte la couche de carbure de silicium.

Bien entendu, l'étape de clivage peut comporter l'utilisation de forces mécaniques complémentaires au traitement thermique.

10 De plus, le procédé de l'invention est adapté à la réalisation de structures avec une couche de matériau semi-conducteur, en particulier du SiC, de très grande surface.

Lors de l'étape c) du procédé, la couche de  
15 matériau semi-conducteur peut être solidarisée du substrat au moyen d'un traitement thermique.

Le même traitement thermique peut être prolongé et mis à profit pour provoquer le clivage de l'étape d) du procédé.

20 Afin d'obtenir une structure finale avec des propriétés de bonne "compliance", pour laquelle les influences des différences de coefficients de dilatation thermique sont faibles, on peut prévoir une couche d'oxyde entre la couche de matériau semi-  
25 conducteur et le substrat de support. Ceci est particulièrement intéressant lorsque la couche de matériau semi-conducteur est du carbure de silicium, et lorsque le substrat est en silicium.

A cet effet, on peut utiliser un substrat de  
30 support (cible) présentant une couche superficielle d'isolant et reporter le premier substrat avec la couche de matériau semi-conducteur, sur la couche d'isolant du substrat de support.



On peut aussi, à titre alternatif ou complémentaire, former une couche d'isolant sur la couche de matériau semi-conducteur avant l'étape b) d'implantation d'ions.

5 La couche d'isolant du substrat de support et/ou la couche d'isolant formée sur la couche de matériau semi-conducteur peuvent être des couches d'oxyde, par exemple.

10 A la fin du procédé, c'est-à-dire après l'étape e), il est possible d'augmenter l'épaisseur de la couche de matériau semi-conducteur par homoépitaxie.

Dans une mise en oeuvre particulière du procédé, pour la formation de substrats destinés à l'optoélectronique, on peut réaliser une couche  
15 superficielle en carbure de silicium et former sur cette couche, une couche de nitrure de gallium.

La couche de nitrure de gallium peut être formée par hétéroépitaxie.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui suit, en référence aux figures des dessins annexés. Cette description correspond à un mode de mise en oeuvre particulier de l'invention et est donnée à titre purement illustratif et non limitatif.

25

#### Brève description des figures

- Les figures 1 à 3 sont des coupes schématiques d'un premier substrat lors d'étapes de préparation précédant son report sur un substrat de support, ou substrat cible.  
30

- Les figures 4 et 5 sont des coupes schématiques illustrant l'opération de report du premier substrat sur le substrat de support.

- La figure 6 est une coupe schématique du substrat de support obtenu après clivage du premier substrat.

5       - La figure 7 est une coupe schématique du substrat de la figure 6 obtenu après un traitement de surface et sur lequel on a rendu plus épaisse une couche superficielle de matériau semi-conducteur.

10       - La figure 8 est une coupe schématique du substrat de la figure 6 après un traitement de surface et sur lequel on a fait croître une couche de matériau semi-conducteur.

15       Il convient de noter que, pour des raisons de clarté, les différentes couches de matériau des structures visibles sur les figures sont représentées en échelle libre ; les dimensions de certaines parties étant fortement exagérées.

Description détaillée d'exemples de modes de mise en oeuvre de l'invention

20       La figure 1 montre un premier substrat 10 en silicium, sur lequel on a formé une couche de carbure de silicium 12.

25       La couche de carbure de silicium est obtenue, par exemple, par carburation en surface du silicium du substrat 10 par une réaction entre un hydrocarbure et le silicium. Cette réaction a lieu à une température de l'ordre de 1350°C et permet de former une couche de carbure de silicium (SiC) de faible épaisseur. L'épaisseur de la couche de carbure de silicium est de  
30       l'ordre de 5 à 10 nm.

On peut observer que le procédé décrit ici peut être mis en oeuvre avec des plaquettes de grand diamètre qui forment le premier substrat.

La figure 2 montre une étape facultative du procédé lors de laquelle on dépose sur la couche de SiC 12, une couche d'oxyde de silicium 14. Cette couche, d'une épaisseur de l'ordre de 500 nm, permet de réduire ultérieurement des effets de dilatations thermiques différentielles entre la couche de carbure de silicium et un substrat de support en silicium, décrit plus loin, sur lequel cette couche est reportée.

L'épaisseur de la couche d'oxyde n'est pas critique et peut être choisie dans une large gamme de valeurs.

La figure 3 montre la formation dans le premier substrat 10 d'une zone de clivage 16. La zone de clivage est formée par implantation d'ions, par exemple d'ions hydrogène. La dose et l'énergie de l'implantation sont choisies en fonction de l'épaisseur des couches de SiC 12 et d'oxyde 14 de façon à former de préférence la zone de clivage sous la couche superficielle 12, dans le substrat 10, le plus près possible de sa surface, c'est-à-dire le plus près possible de l'interface Si/SiC.

Pour une description plus détaillée de la formation d'une zone de clivage, on peut se reporter au document (2) déjà mentionné.

La zone de clivage 16 délimite dans le substrat de silicium 10 une couche superficielle de silicium 18.

Comme le montre la figure 4, le premier substrat 10, équipé de la couche de carbure de silicium 12 et de la couche d'oxyde 14, est approché d'un deuxième substrat de support 20, ce deuxième substrat est en silicium et présente sur l'une de ses faces une couche d'oxyde de silicium 24. Le substrat de support 20 est encore appelé substrat cible.

Les substrats 10 et 20 sont orientés de façon à mettre en regard les couches d'oxyde 14 et 24 qui ont été préalablement nettoyées en vue d'un collage.

Il convient de noter ici que la couche d'oxyde 24 formée à la surface du deuxième substrat 20, de même que la couche d'oxyde 14 du premier substrat 16 sont facultatives.

La figure 5 montre le report du premier substrat 10 sur le deuxième substrat 20, en mettant en contact les faces libres de ces substrats, formés respectivement par les couches d'oxyde.

Les couches d'oxyde sont collées l'une à l'autre par adhérence moléculaire. Le collage peut être renforcé par un traitement thermique approprié.

Le traitement thermique est poursuivi, ou un autre traitement thermique est mis en oeuvre, avec un budget thermique suffisant pour provoquer un clivage de la structure de la figure 5 selon la zone de clivage 16. Le clivage est figuré par des flèches.

Après le clivage et après élimination de la partie massive restante du premier substrat, on obtient la structure représentée à la figure 6. L'orientation du deuxième substrat 20 de la figure 6 a été modifiée de 180°, par rapport à la figure 5.

La structure de la figure 6 comporte, dans l'ordre, le substrat de support 20, la couche d'oxyde 24 formée à sa surface, la couche d'oxyde 14 provenant du premier substrat, la couche de carbure de silicium 12 et la fine couche de silicium superficielle 18 provenant également du premier substrat.

La couche superficielle 18 est ensuite retirée de la structure par une attaque chimique.

Pour réaliser des capteurs ou des éléments de micromécanique avec une membrane en carbure de silicium, on peut augmenter l'épaisseur de la couche de carbure de silicium 12 par épitaxie de carbure de silicium sur cette couche.

Cette opération est représentée à la figure 7 sur laquelle l'épaisseur de la couche 12 de SiC est augmentée.

Par épitaxie on peut augmenter l'épaisseur de la couche de carbure de silicium jusqu'à des valeurs de 500 nm à 1  $\mu$ m par exemple.

Des structures à membrane de SiC suspendue peuvent être obtenues facilement par gravure partielle des couches d'oxyde 24, 14 sous-jacentes.

Dans une autre application du substrat, par exemple dans le domaine de l'optoélectronique, un matériau semi-conducteur peut être formé par hétéroépitaxie sur la couche 12 de SiC après l'élimination de la couche superficielle de silicium.

La figure 8 montre une telle application, dans laquelle une couche de GaN 30 est formée sur la couche de carbure de silicium 12 mise à nu.

La description qui précède ne constitue qu'un exemple particulier de mise en oeuvre de l'invention. Les matériaux choisis et l'épaisseur des couches peuvent varier dans une large gamme en fonction des applications envisagées.

Le procédé de l'invention peut être appliqué à des matériaux autres que le SiC tels que par exemple l'AsGa, le GaN ou du matériau ferroélectrique.

Il permet alors également d'obtenir des couches de matériau de bonne qualité, peu sensibles aux

dilatations thermiques et dont l'épaisseur peut être ajustée en fin de procédé, par exemple par épitaxie.

De même, les matériaux utilisés pour les premier et deuxième substrats peuvent être autres que  
5 le silicium. On peut utiliser par exemple du saphir.

DOCUMENTS CITES

(1)

- 10 "Smart Cut" Process Offers SiC Structures on  
Silicon Wafers  
de Brian Dance  
58/Semiconductor International, May 1997

(2)

- 15 EP-A-0 533 551

## REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'une structure comprenant un substrat de support (20) et une couche de matériau semi-conducteur (12) sur une face du substrat de support, le procédé comportant les étapes successives suivantes :
- a) formation d'une couche de matériau semi-conducteur (12) sur une face d'un premier substrat (10),
  - b) implantation d'ions dans le premier substrat, sous ladite face, au voisinage de la couche de matériau semi-conducteur, pour former une zone (16), dite zone de clivage, qui délimite une couche superficielle (18) du premier substrat (10), en contact avec la couche de matériau semi-conducteur (12),
  - c) report du premier substrat (10), avec la couche de matériau semi-conducteur (12), sur le substrat de support (20), la couche de matériau semi-conducteur (12) étant rendue solidaire du substrat de support (20),
  - d) traitement thermique pour provoquer un clivage du premier substrat selon la zone de clivage (16), la couche superficielle (18) du premier substrat restant solidaire de la couche de matériau semi-conducteur (12) et du substrat de support (20) lors de ce clivage,
  - e) élimination de ladite couche superficielle (18) pour mettre à nu la couche de matériau semi-conducteur (12).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le premier substrat (10) est un substrat de silicium et la couche de matériau semi-conducteur (12) est une couche de carbure de silicium.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la couche (12) de matériau semi-conducteur en carbure de silicium est obtenue en faisant réagir le silicium du premier substrat (10) avec un hydrocarbure.

5           4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on forme une couche d'isolant (14) sur la couche de matériau semi-conducteur (12) avant l'étape b) d'implantation d'ions.

10           5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise un substrat de support (20) présentant une couche superficielle (24) d'isolant et dans lequel, lors de l'étape c) on reporte le premier substrat (10) avec la couche de matériau semi-conducteur (12), sur la couche d'isolant (24) du  
15           substrat de support.

6. Procédé selon la revendications 4 ou 5, dans lequel l'isolant est un oxyde.

7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, après l'étape e), on effectue sur la couche de  
20           matériau semi-conducteur (12) une épitaxie du même matériau, afin d'augmenter l'épaisseur de la couche de matériau semi-conducteur (12).

8. Procédé selon la revendication 2, dans lequel, après l'étape e), on forme sur la couche (12)  
25           de carbure de silicium une couche (30) de GaN.

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la couche de matériau semi-conducteur (12) est rendue solidaire du substrat de support (20) par un traitement thermique.

30           10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel ledit traitement thermique pour rendre la couche de matériau semi-conducteur solidaire du substrat de



support est prolongé pour provoquer également le  
clivage de l'étape d).

1/2

FIG. 1

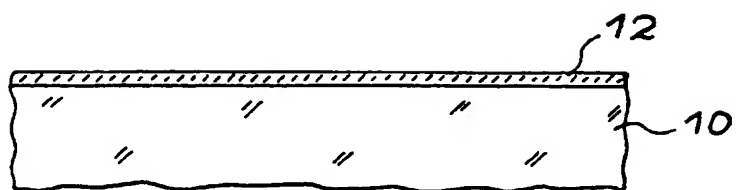


FIG. 2

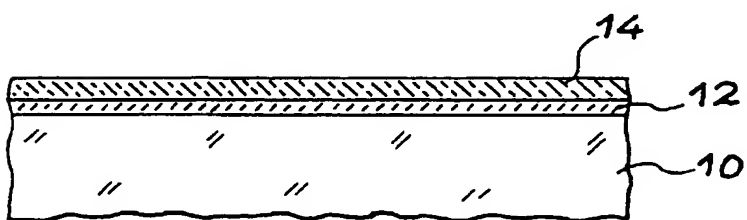


FIG. 3

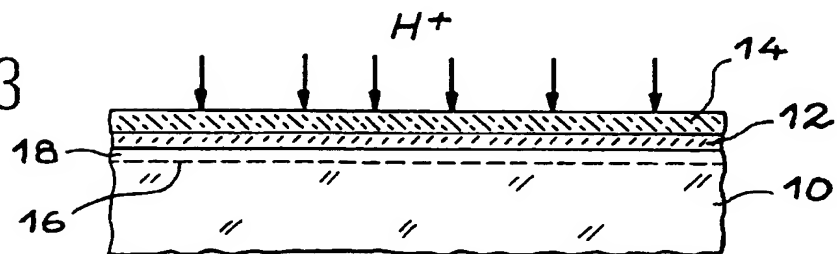
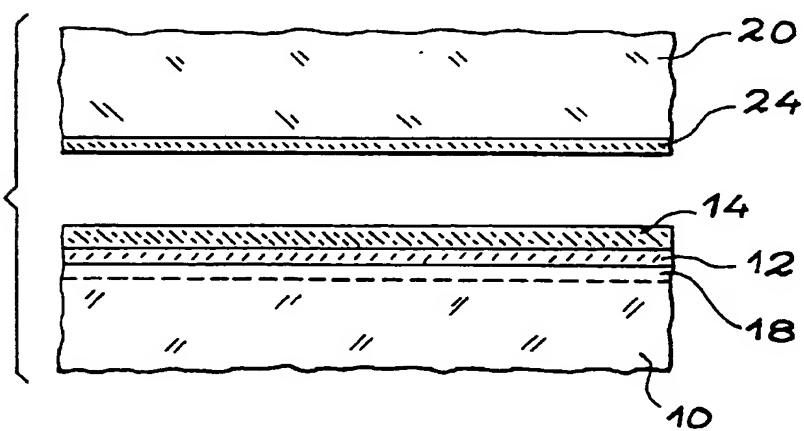
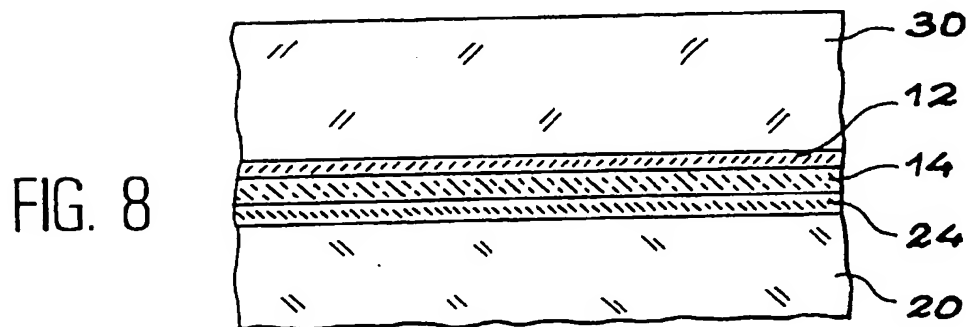
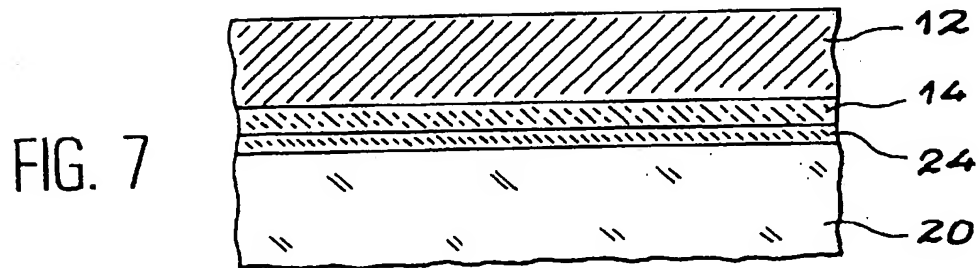
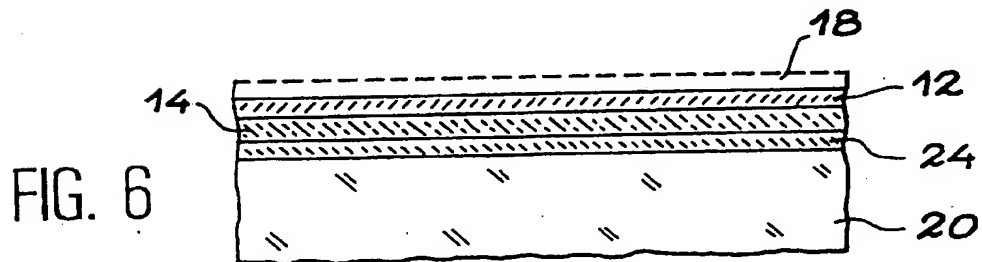
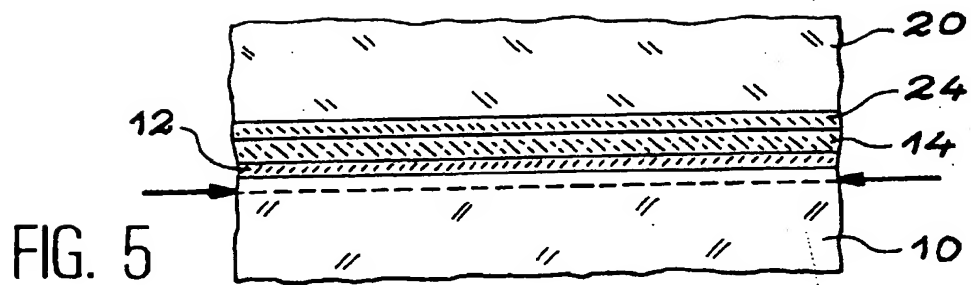


FIG. 4



2/2



2774214

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 555847  
FR 9800899

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	TONG Q -Y ET AL: "A FEASIBILITY STUDY OF SIC ON OXIDE BY WAFER BONDING AND LAYER TRANSFERRING" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SOI CONFERENCE, PALM SPRINGS, OCT. 5 - 7, 1993, no. CONF. 19, 5 octobre 1993, page 60/61 XP000470402 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS * le document en entier *	1,2,4-10
Y	DI CIOCCIO L ET AL: "Silicon carbide on insulator formation by the Smart-Cut(R) process" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, vol. 46, no. 1-3, avril 1997, page 349-356 XP004085343 * alinéa 4; figure 9 *	1,2,4-10
Y	US 5 563 428 A (GUARIN FERNANDO J ET AL) 8 octobre 1996	7,8
A	* colonne 3, ligne 44 - ligne 50; figure 2 * * colonne 3, ligne 42 - ligne 44 * * colonne 4, ligne 44 *	3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
28 octobre 1998		Gélébart, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou amère-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

2

EPO FORM 1603 03.82 (P04C13)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

***This Page Blank (uspto)***